

- 1 -

明 細 書

画像圧縮方法

技術分野

本発明は、例えば加色三原色（R G B）又は減色三原色（C M Y）などのフルカラー画像や白黒の256階調（グレースケール）画像などのデジタル画像データを圧縮する画像処理技術に関する。

背景技術

一般に、カラー画像のコンピュータ処理には、R G B系やC M Y系などのカラーモデルにおける各色成分即ち各カラーチャネル（カラーモデル）の輝度情報からなるデジタル画像データが使用されている。このデジタル画像データは、1画素に対して、例えばR G Bの各色毎にその輝度を0～255までの256段階の値（256階調）で表現する1バイト（8ビット）の情報が割り当てられ、従って1画素毎に3バイトの情報を有する。このため、特に高精細なカラー画像のデータ量は膨大で、これをコンピュータ処理するためには、大容量のメモリやハードディスク及び高速C P U等のハードウェアリソース、高速のデータ転送を可能にする通信技術だけでなく、画像データを圧縮する技術が必要である。

従来、様々なデータ圧縮方法が提案されているが、圧縮した画像を復元する際に品質の劣化を起こす場合がある。例えば、画像データは必ずしも全ての色を用いていないことから、予め適度な減色を行うことにより、画像の元のイメージを崩すことなくファイルサイズを小さくする方法がある。このような減色を伴う圧縮方法では、近似した色情報を圧縮過程で統合するため、色調変化の連続性が失われ、特に細線の再現が不明瞭になる傾向がある。また、輝度情報を色差情報に変換して色情報を保持する圧縮方法が知られている。しかし、色差情報は、有意な情報量が輝度情報の約1／4以下であり、再現過程において色調の偏向を起こす傾向がある。

また、特開平10-32719号公報には、十分な圧縮率及び画像の高い再現

品質を目的として、三原色の輝度情報からなるカラー画像データを1つの輝度情報と2つの色差情報とからなるカラーモデルデータに変換し、これを高品位で再現可能な方法で圧縮する画像圧縮方法及び装置が開示されている。この高品位で再現可能な圧縮処理技術として、X Y画像平面における各画素の輝度分布をZ軸方向の大きさで表したX Z平面において、輝度が一定の許容誤差範囲内で連続して変化していると思わせる1群の水平方向画素群を1単位のベクトルで表現し、かつ同様にY Z平面において、輝度が一定の許容誤差範囲内で連続して変化していると思わせる1群の垂直方向画素群を1単位のベクトルで表現する、所謂三次元ベクトル量子化が採用されている。同公報の画像圧縮方法は、圧縮率を従来よりも大幅に高くできるとしても、色差情報に変換して圧縮していることにより、画像データを圧縮解凍して伸長させたとき、再現画像を劣化させる虞がある。

そこで、本発明の目的は、高精細なデジタル画像データについても、高い圧縮効果を実現しつつ、色調の連続的变化を高度に再現し、しかもその際に細線まで明瞭に再現することができ、それによって印刷の画像原稿としての使用に耐え得る高品質な画像を再現可能な画像圧縮方法を提供することにある。

発明の開示

本発明によれば、単一又は複数のカラーチャネルを有するビットマップ・デジタル画像データを、その横方向の各列について、各画素の横方向の位置と輝度とで2次元ベクトル化し、かつ前記各列の始点と終点とを結ぶ線分を基準として輝度変化の大きさにより量子化し、

横方向にベクトル化及び量子化した前記画像データを、その縦方向の各行について、縦方向の位置と輝度とで2次元ベクトル化し、かつ前記各行の始点と終点とを結ぶ線分を基準として輝度変化の大きさにより量子化することにより、

各画素が有する輝度情報の有意性に基づいたマトリクス構造の圧縮画像データに変換することを特徴とする画像圧縮方法が提供される。

このように画像データに含まれる各画素の輝度情報を2次元ベクトル化しかつ輝度変化の大きさにより量子化することにより、各画素が有する情報の有意性の程度に基づいてデータを階層化して再構成するので、実質的に有意性の無い画素

の輝度情報は、同じベクトルの中に吸収されることになる。従って、元の画像データに含まれる情報を実質的に損失することなく、そのデータ量を小さくすることができ、特に高精細画像データの圧縮に適した最も効率の良いデータ構造を作り出すことができる。

或る実施例では、元のビットマップ・デジタル画像データを所定サイズの単位画像データに分割し、分割した各単位画像データについて、それぞれ横方向のベクトル化及び量子化を実行し、かつ縦方向のベクトル化及び量子化を実行して、マトリクス構造の単位圧縮画像データに変換し、最後に各単位圧縮画像データを統合することができる。これにより、原画のデータ量が比較的大きい場合であっても、コンピュータの処理能力や要求される画質に応じて、効率よく処理することができる。

別の実施例では、元のビットマップ・デジタル画像データを各カラーチャネル毎に分割し、分割した各カラーチャネル毎の画像データを、それぞれマトリクス構造の圧縮画像データに変換した後、1つの圧縮画像データに統合することができる。これにより、例えばRGB系やCMY系の画像データは、処理単位を1/3に小さくできるので、効率よく処理することができる。

また、先に元のビットマップ・デジタル画像データを所定サイズの単位画像データに分割した場合にも、その各単位画像データを更に各カラーチャネル毎に分割し、分割した各カラーチャネル毎の単位画像データを、それぞれマトリクス構造の単位圧縮画像データに変換した後、1つの単位圧縮画像データに統合することにより、より一層効率の良い圧縮処理が可能になる。

更に、本発明によれば、このようにして生成したマトリクス構造の圧縮画像データを、更に算術圧縮することができる。これにより、画像データを非損失でより高度に圧縮することができる。

或る実施例では、横方向又は縦方向に量子化する過程が、各列又は各行の始点と終点とを結ぶ線分を基準ベクトルとして、その区間における正及び／又は負の最大偏差点を計算し、始点及び終点と最大偏差点とにおいて、隣接する各2点を結ぶ線分を新たな基準ベクトルとして、それらの区間における新たな正及び／又は負の最大偏差点を計算し、この最大偏差点を計算する過程を、各最大偏差点の

基準ベクトルに関する偏差が、所望の画像データとしての有意性を失うまで繰り返し実行し、各最大偏差点の偏差の大きさにより各画素を区分して、それぞれビット数の異なる複数の階層データを生成する過程からなる。

例えば、元のビットマップ・デジタル画像データが8ビットのデータである場合には、前記複数の階層データを、それぞれ8ビット、6ビット、4ビット、1ビットのデータからなる第1～第4階層データで構成することが好ましい。

図面の簡単な説明

図1は、本発明による画像圧縮方法の好適な実施例を概略的に示すフロー図である。

図2は、画像データを最適処理単位に分割する図1のステップ3の過程を示すフロー図である。

図3は、最適処理単位に分割した画像データをベクトル化してマトリクス構造の画像データを生成する図1のステップ4の過程を概略的に示すフロー図である。

図4は、画像データを横方向にベクトル化して第1階層データを生成する過程を示すフロー図である。

図5は、画像データを横方向にベクトル化して第2階層データを生成する過程を示すフロー図である。

図6は、画像データを横方向にベクトル化して第3階層データを生成する過程を示すフロー図である。

図7は、画像データを横方向にベクトル化して第4階層データを生成する過程を示すフロー図である。

図8は、横方向にベクトル化した画像データを整形処理後に縦方向にベクトル化する過程を概略的に示すフロー図である。

図9は、横方向及び縦方向にベクトル化した画像データを後処理して本発明のV F Z画像ファイルを生成する過程を示すフロー図である。

図10は、生成した本発明のV F Z画像ファイルを再生する過程を示すフロー図である。

図 1 1 は、画像データの分割の一例を示す図である。

図 1 2 は、図 1 1 で分割した画像データを更に R・G・B の各カラーチャネルに分割する図である。

図 1 3 A は、カラーチャネル R の横方向 1 列の画像データを示す図、図 1 3 B は、輝度分布即ち画素の位置（始点からの長さ）に対する輝度の大きさを示し、そのベクトル化の概念を説明するための線図である。

図 1 4 A は、ベクトル化により横方向 1 列の画像データから生成される第 1 ～ 第 4 階層データを示す図、図 1 4 B は、横方向にベクトル化した全列の画像データを整形処理した状態を示す図である。

図 1 5 は、横方向及び縦方向にベクトル化した画像データの第 1 ～ 第 4 階層データの分布を示す概念図である。

図 1 6 は、横方向及び縦方向にベクトル化した画像データの配列を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に、添付図面を参照しつつ、本発明の画像圧縮方法について、その好適な実施例を用いて詳細に説明する。

図 1 は、本発明の実施例による方法を用いて、フルカラー画像の原稿即ち原画から圧縮画像ファイルを生成する過程を概略的に示すフロー図である。まず、所望の画像原稿を電子的に加工し、例えば R G B 系や C M Y 系のような複数のカラーチャネル、又はグレースケールのみで表現される 1 つのカラーチャネルを有するビットマップデータとしての画像データを生成する（ステップ S 1）。通常このような画像データは、イメージスキャナ、デジタルカメラなどの様々な公知手段を用いて、任意の入力解像度で、予め設定された例えば 12 ビット、8 ビット（1 バイト）、1 ビット（2 値）などの情報量の輝度で生成される。画像データは、本発明の画像圧縮処理を行うために、C D - R、M O ディスク、D V D 等の記録媒体やイーサネットなどを用いたネットワークを介してオンラインで処理コンピュータ又はワークステーションに入力される（ステップ S 2）。

前記処理コンピュータは、入力された画像データを前処理してメモリに記憶さ

せる（ステップS3）。先ず、図2に示すように、画像データ全体をメモリ上に展開する（ステップS21）。次に、画像データのヘッダラベルに含まれる情報を解析して、画像全体のサイズ（ドット数）、カラーチャネルの構成、1画素に割り当てられる輝度情報量（ビット数）などを確認した後、解析結果に従って予め決定した最適処理単位の画像サイズに分割し、分割した各単位画像データをメモリ上に再構成する（ステップS22）。この最適処理単位は、予め一定の画像サイズに設定することができ、又は、処理コンピュータの処理速度やメモリ容量などの能力、要求される画像品質のような画像再生条件等によって適当に選択することができる。

本実施例では、図11に示すように、解像度 1024×1024 ドットのRGBカラー画像データを圧縮処理する。最適処理単位を 256×256 ドットとすると、図11の画像データは縦方向及び横方向にそれぞれ4分割され、全部で16個の単位画像データに再構成される。このRGB単位画像データは、各画素がR・G・Bの各カラーチャネルについてそれぞれ1バイト、合計3バイトの情報量（輝度値）を有する。次に、この単位画像データを、図12に示すようにR・G・Bの各カラーチャネル毎の単位画像データに分割し、メモリ上に再構成する（ステップS23）。この各カラーチャネルの単位画像データを最小処理単位として、データの圧縮処理を行う。単一カラーチャネルの単位画像データは、各画素が1バイトの情報量（輝度値）を有し、従って最小処理単位のデータ量は、元の画像データ全体を処理する場合の $1024^2 \times 3^2$ バイトから、 256×256 バイトまで小さくなる。

次に、各最適処理単位について、それぞれ単一カラーチャネル毎にその単位画像データを順次ベクトル分解処理して、マトリクス構造に変換した画像データを生成する（ステップS4）。図3に示すように、先ず、各カラーチャネル毎に最小処理単位の画像データを横方向に1列ずつ順にベクトル化し、各画素の輝度情報の大きさ（ビット数）により区分される第1～第4階層データを生成する（ステップS31）。

横方向のベクトル化について、図4乃至図7を用いて詳細に説明する。図13Aに示すように、最小処理単位の画像データは、横方向の各列が連続する 256

個の画素で構成され、各画素がそれぞれに 1 バイトの情報量で表現される輝度値を有する。図 1 3 B は、横方向の 1 列について、横軸に 0 ～ 2 5 5 までの長さで各画素の位置を、縦軸に同じく 0 ～ 2 5 5 までの 2 5 6 段階で各画素の輝度値をとることにより、横 1 列の画素に関する輝度分布を示している。本発明では、これを長さ x と輝度値 y とを有する 2 次元ベクトルに置き換えて各画素の輝度情報を表現することにより、輝度分布及び輝度の連続的変化の情報が保持されるように画像データのベクトル化を行う。

具体的には、第 1 列の最初の画素を始点 P_1 ($x_1 = 0$, y_1) としかつ最後の画素を終点 P_2 ($x_2 = 255$, y_2) とし、これらを結ぶ線分をマスタベクトル $P_1 P_2 = [x_2 - x_1, y_2 - y_1]$ とする (ステップ S 4 1)。次に、始点と終点とを結ぶ区間における他の画素について、マスタベクトルを基準として輝度の偏差を計算し、正及び負の最大偏差を取る点 D_1 (x_{11} , y_{11})、 D_2 (x_{12} , y_{12}) を決定する (ステップ S 4 2)。そして、隣接する各 2 点、 P_1 と D_1 、 D_1 と D_2 、及び D_2 と P_2 間で、それぞれ同様に $x y$ 2 次元のサブベクトル $P_1 D_1 = [x_{11} - x_1, y_{11} - y_1]$ 、 $D_1 D_2 = [x_{12} - x_{11}, y_{12} - y_{11}]$ 及び、 $D_2 P_2 = [x_2 - x_{12}, y_2 - y_{12}]$ を生成する (ステップ S 4 3)。また、偏差がマスタベクトルを基準として正又は負の一方のみ、即ち最大偏差を取る点が 1 つだけの場合が考えられるが、その場合にも同様に隣接する各 2 点間でそれらを結ぶ線分からサブベクトルを生成する。

このとき、最大偏差点 D_1 及び D_2 における偏差の絶対値がそれぞれ 6 4 以下であるかないか、即ちその情報量が 6 ビット以下であるかないかを決定する (ステップ S 4 4)。6 4 以下でない即ちそれより大きい場合、この点 D_1 又は D_2 は、始点及び終点に対する輝度の変化量が、8 ビットで表現されるべき情報量を有するものと評価される。逆に、6 4 以下の場合には、この点 D_1 又は D_2 は、始点及び終点に対する輝度の変化量が、6 ビット又はそれ以下で表現されるべき情報量を有するものと評価されるので、始点と終点の区間における第 1 階層データの生成過程を終了して、次の第 2 階層データの生成過程に移行する。

最大偏差の絶対値が 6 4 より大きい場合には、その点 D_1 及び/又は D_2 を含む隣接する各 2 点間で生成した前記サブベクトルを第 1 階層データとしてメモリ

に記憶させる（ステップS 4 5）。これらのサブベクトルは、それぞれに8ビットの情報量を有するx、y 2つの量を1つのデータとして、図1 4 Aに示すように連続させて配列される。

更に、隣接する各2点、P 1とD 1、D 1とD 2、及びD 2とP 2を結ぶそれぞれの区間において、各サブベクトルを基準として輝度の偏差を計算し、正及び負の最大偏差を取る点D 11、D 12、D 21、D 22、D 31、D 32を決定する。次に、これら新たに決定した全ての最大偏差点について、最初の最大偏差点D 1、D 2について行った各ステップS 4 3～S 4 5を、それらの最大偏差の絶対値が6 4以下になるまで繰り返し実行する。

即ち、新たな最大偏差点D 11、D 12、D 21、D 22、D 31、D 32とそれらの基準としたサブベクトルを構成する各2点とにおいて、それぞれ隣接する各2点間で同様にx y 2次元のサブベクトル、例えばP 1 D 11、D 11 D 12、D 12 D 1などを生成する（ステップS 4 3）。そして、最大偏差の絶対値が6 4以下かどうかを決定し（ステップS 4 4）、6 4以下であれば、その区間について第1階層データの生成過程を終了して、次の第2階層データの生成過程に移行する。6 4より大きい場合には、新たに生成したサブベクトルを同様にx、y 2つの量として第1階層データに追加する。このようにして、図1 4 Aに示す第1階層データがメモリ上に生成される。

第2階層データの生成過程では、図5に示すように、第1階層データ生成過程のステップS 4 4で最大偏差が6 4以下と判断された点について、基準ベクトルに対する最大偏差の絶対値が1 6以下かどうかを決定する（ステップS 5 1）。1 6以下でない即ちそれより大きい場合、その点は、基準のサブベクトルに対する輝度の変化量が、6ビットで表現されるべき情報量を有すると評価される。逆に1 6以下の場合、その点は、基準のサブベクトルに対する輝度の変化量が、4ビット又はそれ以下で表現されるべき情報量を有すると評価されるので、第2階層データの生成過程を終了して、次の第3階層データの生成過程に移行する。

最大偏差の絶対値が1 6より大きい場合には、第1階層データ生成過程のステップS 4 3においてそれらの点を含む隣接する各2点間で生成したサブベクトルを第2階層データとしてメモリに記憶させる（ステップS 5 2）。これらのサブ

ベクトルは、それぞれに 6 ビットの情報量を有する x 、 y 2 つの量を 1 つのデータとして、図 1 4 A に示すように連続させて配列される。更に、これらの隣接する各 2 点を結ぶそれぞれの区間において、各サブベクトルを基準として輝度の偏差を計算し、正及び負の最大偏差を取る点を決定する。

次に、新たに決定した全ての最大偏差点とそれらの基準となるサブベクトルを構成する各 2 点とにおいて、それぞれ隣接する各 2 点間で同様に x y 2 次元のサブベクトルを生成する（ステップ S 5 3）。そして、それらの新たな最大偏差点について、最大偏差の絶対値が 1 6 以下かどうかを決定し（ステップ S 5 1）、1 6 より大きい場合には、新たに生成したサブベクトルを x 、 y 2 つの量として第 2 階層データに追加する。

各ステップ S 5 1 ~ S 5 3 は、新たに決定される全ての最大偏差点について、それらの最大偏差の絶対値が 1 6 以下になるまで繰り返し実行する。1 6 より大きいと判断されたサブベクトルは、第 2 階層データとして順次に追加され、最終的に図 1 4 A に示す第 2 階層データがメモリ上に生成される。

第 3 階層データの生成過程は、図 6 に示すように、第 2 階層データの生成過程と同様に実行される。即ち、第 2 階層データ生成過程のステップ S 5 1 で最大偏差が 1 6 以下と判断された各点について、その基準ベクトルに対する最大偏差の絶対値が 4 以下かどうかを決定する（ステップ S 6 1）。4 以下でない即ちそれより大きい場合には、基準のサブベクトルに対する輝度の変化量が、4 ビットで表現されるべき情報量を有すると評価され、逆に 4 以下の場合には、基準のサブベクトルに対する輝度の変化量が、2 ビット又はそれ以下で表現されるべき情報量を有すると評価されるので、第 3 階層データの生成過程を終了して、次の第 4 階層データの生成過程に移行する。

最大偏差の絶対値が 4 より大きい場合、第 2 階層データ生成過程のステップ S 5 3 においてそれらの最大偏差点を含む隣接する各 2 点間で生成したサブベクトルを第 3 階層データとしてメモリに記憶させる（ステップ S 6 2）。これらのサブベクトルは、それぞれに 4 ビットの情報量を有する x 、 y 2 つの量を 1 つのデータとして、同じく図 1 4 A に示すように連続させて配列される。更に、これらの隣接する各 2 点を結ぶそれぞれの区間において、各サブベクトルを基準として

輝度の偏差を計算し、それぞれ正及び負の最大偏差を取る点を決定する。

次に、新たに決定した全ての最大偏差点とそれらの基準となるサブベクトルを構成する各2点とにおいて、それぞれ隣接する各2点間で同様に x y 2次元のサブベクトルを生成する(ステップS 6 3)。そして、それらの新たな最大偏差点について、最大偏差の絶対値が4以下かどうかを決定し(ステップS 6 1)、4より大きい場合には、新たに生成したサブベクトルを x 、 y 2つの量として第3階層データに追加する。

各ステップS 6 1～S 6 3は、同様に新たに決定される全ての最大偏差点について、それらの最大偏差の絶対値が4以下になるまで繰り返し実行する。4より大きいと判断されたサブベクトルは、第3階層データとして順次に追加され、最終的に図1 4 Aに示す第3階層データがメモリ上に生成される。

第4階層データの生成過程では、図7に示すように、第3階層データ生成過程のステップS 6 1で最大偏差が4以下と判断された各点について、基準ベクトルに対する最大偏差の絶対値が1又は0かを決定する(ステップS 7 1)。1又は0のいずれかである場合、その点は、基準のサブベクトルに対する輝度の変化量が、1ビットで表現されるべき情報量を有すると評価されるので、その点を含む隣接2点間のサブベクトルは、第4階層データとしてメモリに、同じく図1 4 Aに示すように x 、 y 2つの量を用いて記憶させる(ステップS 7 2)。

最大偏差の絶対値が1又は0のいずれかでもでない場合、その点は、基準のサブベクトルに対する輝度の変化量が、1ビットより大きい情報量を有すると評価される。この場合には更に、第3階層データ生成過程のステップS 6 3においてそれらの最大偏差点を含む隣接する各2点間で生成したサブベクトルを基準として輝度の偏差を計算し、それぞれ正及び負の最大偏差を取る点を決定する(ステップS 7 3)。そして、これら新たに決定した最大偏差点とそれらの基準となるサブベクトルを構成する各2点とにおいて、それぞれ隣接する各2点間で同様に x y 2次元のサブベクトルを生成し(ステップS 7 4)、再びその最大偏差の絶対値が1又は0かを決定する(ステップS 7 1)。

これらのステップS 7 1、7 3、7 4は、このようにして生成される全ての最大偏差点について、その基準のサブベクトルに対する輝度の変化量が1ビットで

表現されるべき情報量を有すると評価され、第4階層データとしてメモリに記憶されるまで、繰り返し実行される。それにより、第3階層データの生成後に残った全ての点のデータは、それぞれ1ビットで表現されるx、y 2つの量を有するベクトルに変換して、第4階層データとして生成される。

このようにして、最小処理単位の画像データの各列について、各画素の輝度変化をベクトル分解処理し、その大きさによりビット数の異なる第1～第4階層データを生成し、メモリ上に第1列から第256列まで順に配列する。このとき、各列の先頭部分には、元の画像データの始点P1及び終点P2に関する情報、即ち横方向の長さや輝度値を配置する。また、各階層データ間には、その境界を示すデータを挿入する。

最小処理単位の画像データを横方向にベクトル分解処理しかつ第1～第4階層データを生成する上記過程では、最小処理単位に分割した画像データを更に各列毎に独立した処理を行うので、1つのまとまった処理の対象となるデータのサイズが小さい。また、このデータは、メモリの或る領域に展開して処理した後に再構成すると、元のデータは不要になるので、それらのメモリ領域を開放し、次の処理に使用することができる。このため、本発明では、従来よりも処理コンピュータのメモリを有効に利用することができ、かつその処理能力によっては、上述した横方向の各列を同時に又は或る時間遅れをもって並行して処理できるので、処理速度が大幅に向上する。また、比較的能力の低い処理コンピュータであっても、大きいサイズの画像データを処理することができる。

当然ながら、第1～第4階層データのデータ長は、それぞれ各列毎に異なる。そこで、本実施例では、それぞれの階層データについて、全列の中から最もデータ長の長いものを選択しかつそれを基準データ長として、それよりデータ長が短い場合には、それぞれ図14Bにおいて影を付したデータ長不足領域に「0」の値を入れる。これにより、最小処理単位の画像データは、各階層データが、それぞれ第1列から第256列まで同じデータ長となるように、即ち縦方向の各行が同じ256個の連続するデータで構成されるように整形処理され、メモリ上に再構成される（ステップS32）。

次に、横方向にベクトル化した図14Bの画像データを、縦方向の各行毎に順

次ベクトル化する（ステップS 3 3）。各行のベクトル化は、図 8 に示す過程に従って上述した横方向のベクトル化と同様に行われ、それにより各行について第 1 ～第 4 階層データを生成する。先ず、先頭の 1 行について、その始点 $Q 1 (z 1 = 0, y 1)$ と終点 $Q 2 (z 2 = 255, y 2)$ を基準としてマスタベクトル $Q 1 Q 2 = [z 2 - z 1, y 2 - y 1]$ を生成する（ステップS 8 1）。

次に、前記始点及び終点を結ぶ区間において、他の画素についてマスタベクトルを基準として輝度の偏差を計算し、正及び／又は負の最大偏差を取る点 $V 1 (z 11, y 11)$ 、 $V 2 (z 12, y 12)$ を決定する（ステップS 8 2）。そして、隣接する各 2 点、 $Q 1$ と $V 1$ 、 $V 1$ と $V 2$ 、及び $V 2$ と $Q 2$ 間で、それぞれ同様に z 、 y 2 次元のサブベクトル $Q 1 V 1 = [z 11 - z 1, y 11 - y 1]$ 、 $V 1 V 2 = [z 12 - z 11, y 12 - y 11]$ 及び、 $V 2 Q 2 = [z 2 - z 12, y 2 - y 12]$ を生成する（ステップS 8 3）。尚、ここで $Q 1$ 、 $Q 2$ 、 $V 1$ 、 $V 2$ の各点に使用されている $y 1$ 、 $y 2$ 、 $y 11$ 、 $y 12$ は、横方向のベクトル化で用いた各点 $P 1$ 、 $P 2$ 、 $D 1$ 、 $D 2$ の $y 1$ 、 $y 2$ 、 $y 11$ 、 $y 12$ とは異なるものである。

横方向のベクトル化において図 4 に関連して上述した過程と同様に、最大偏差点 $V 1$ 及び $V 2$ における偏差の絶対値がそれぞれ 64 以下であるかないかを決定し、64 より大きい場合には、それぞれ 8 ビットの情報量を有する z 、 y の 2 つの量で表されるサブベクトルを第 1 階層データとしてメモリに記憶させる。そして、更にそのサブベクトルを基準として新たな正及び負の最大偏差点を決定し、その偏差の絶対値が 64 を超えている限り、それらのサブベクトルをメモリに追加して、第 1 階層データを生成する。

新たに決定される全ての最大偏差点について、その最大偏差の絶対値が 64 以下になると、同様に第 2 階層データの生成過程に移行し、図 5 に関連して上述したと同様の過程に従ってベクトル化を実行し、6 ビットの情報量を有するデータのみで構成される第 2 階層データを生成して、メモリに記憶させる。次に、図 6 に関連して上述したと同様にベクトル化を実行し、4 ビットの情報量を有するデータのみで構成される第 3 階層データを生成してメモリに記憶させた後、更に図 7 に関連して上述したと同様のベクトル化処理により、1 ビットのデータのみで構成される第 4 階層データを生成し、同様にメモリに記憶させる（ステップS 8

4)。

この縦方向のベクトル化においても、横方向のベクトル化に関連して上述したように、第1～第4階層データを生成する各ステップが、サイズの小さいデータに対して、各行毎に独立して行われるので、再構成されたデータの元のメモリ領域を順次開放して次の処理に使用することによりメモリの有効利用が図れ、かつ各行の同時又は時間遅れをもった並行処理により処理速度の大幅向上が実現される。また、比較的大きいサイズの画像データであっても、比較的能力の低い処理コンピュータによる処理が可能になる。

縦方向にベクトル分解処理される画像データは、図14Bに示すように予め始点及び終点、第1～第4階層データに区分されているので、始点及び終点と第1階層データからは、第1～第4階層データの全てが生成されるのに対し、第2階層データからは第2～第4階層データが、第3階層データからは第3及び第4階層データが、第4階層データからは第4階層データのみが生成される。実際に、本願発明者がいくつかのフルカラー・テスト画像について本実施例の画像圧縮処理を実行したところ、第1～第4階層データが、概ね図15に示す領域a、領域b+c、領域d+e+f、領域g+h+i+jのような一定の割合になることが確認された。

次に、これらのデータ群a～jを、図16に示すように第1～第4階層データの順に即ちビット数の大きい順に並べて整形処理し、メモリ上に再構成する（ステップS85）。これにより、最小処理単位即ち単一カラーチャネルの単位画像データから、所望のマトリクス構造を有する圧縮画像データが得られる（ステップS4）。

本発明によれば、各画素の輝度情報をベクトル化し、かつそれらの有意性の程度に基づいてデータを階層化して再構成するので、実質的に有意性の無い画素の輝度情報は、1つのベクトルの中に吸収することができる。従って、このように階層化するだけで、元のファイルに含まれる情報を実質的に損失することなく、データ量を小さくすることができ、特に情報量の多い高精細画像データの圧縮において、最も効率の良いデータ構造を作り出すことができる。また、このように横方向・縦方向に2次元ベクトル化した画像データを階層化して再構成する処理

は、一定のビット数を基準にデータを区分することにより階層化することから、量子化と称することができる。

この画像データを従来技術で圧縮処理する（ステップS5）。圧縮処理は、第1～第4階層データのそれぞれに対して、例えば公知のラン・レンジス圧縮処理及びハフマン圧縮処理を組み合わせた算術圧縮を用いて行う。これにより、単一カラーチャネルの単位画像データについて、本発明による圧縮データが生成される。本発明によれば、このように画像データが階層化されているので、従来よりも算術圧縮の効果が高くなる。更に、画像データの階層化に加えて算術圧縮を行うことにより、画像データを非損失であるにも拘わらず、全体として高い圧縮率で圧縮することができる。

同じ最適処理単位の画像データを構成する他の2つのカラーチャネルについても、同様にそれぞれベクトル分解処理してマトリクス構造の画像データに変換し、かつ圧縮処理して、本発明による圧縮データを生成する。

次にステップS6において、このように別個に生成された3つのカラーチャネルの画像圧縮データを1つに統合して、最適処理単位のRGB画像圧縮データを生成し、メモリに記憶させる（ステップS91）。16個全ての単位画像データについて画像圧縮データの生成が終了すると、これらを1つに統合して、元の画像データ全体を圧縮した本発明のVFZ画像ファイルを生成する（ステップS92）。その際にVFZ画像ファイルの先頭部分には、ファイルのサイズ、データ構造などを記述したヘッダラベルを挿入する。

元のカラー画像を再生するために、VFZ画像ファイルは、通常ネットワークを介してオンラインで又はCD-R等の記録媒体を用いて処理コンピュータから再生用コンピュータ又はワークステーションに出力される（ステップS7）。再生用コンピュータには、出力解像度、画像サイズなどの再生条件が入力される。VFZ画像ファイルは解凍され、前記再生条件に基づいて、上述したマトリクス構造の画像データが生成される。画像データは、再生用コンピュータから所定のディスプレイ装置などの画面に直接出力され、又はサーバの記憶装置などに格納され、又はオンラインで転送される。

出力される画像データは、図16に関連して上述したマトリクス構造を有する

- 15 -

ので、先に出力される第1階層データが入力された時点で、画面には画像全体が表示され、第2階層以下のデータが入力されるに従って、より精細な画像が表示され、最後に全データが入力されると、元の高精細カラー画像が再現される。

上記実施例では、RGB系の画像データを圧縮処理する場合について説明したが、本発明は、CMY系及び他の形式のカラー画像、又はグレースケールのような単一のカラーチャネルを有する画像データについても同様に適用することができる。また、当業者に明らかなように、本発明は、その技術的範囲内において、上述した実施例に様々な変更・変形を加えて実施することができる。

請求の範囲

1. 単一又は複数のカラーチャネルを有するビットマップ・デジタル画像データを、その横方向の各列について、各画素の横方向の位置と輝度とで2次元ベクトル化し、かつ前記各列の始点と終点とを結ぶ線分を基準として輝度変化の大きさにより量子化し、

横方向にベクトル化及び量子化した前記画像データを、その縦方向の各行について、縦方向の位置と輝度とで2次元ベクトル化し、かつ前記各行の始点と終点とを結ぶ線分を基準として輝度変化の大きさにより量子化することにより、

各画素が有する輝度情報の有意性に基づいたマトリクス構造の圧縮画像データに変換することを特徴とする画像圧縮方法。

2. 前記ビットマップ・デジタル画像データを所定サイズの単位画像データに分割し、

分割した各単位画像データについて、それぞれ前記横方向のベクトル化及び量子化を実行し、かつ前記縦方向のベクトル化及び量子化を実行して、前記マトリクス構造の単位圧縮画像データに変換し、

前記各単位圧縮画像データを統合することを特徴とする請求項1に記載の画像圧縮方法。

3. 前記ビットマップ・デジタル画像データを各カラーチャネル毎に分割し、分割した各カラーチャネル毎の画像データを、それぞれ前記マトリクス構造の圧縮画像データに変換した後、1つの圧縮画像データに統合することを特徴とする請求項1に記載の画像圧縮方法。

4. 分割した前記各単位画像データを更に各カラーチャネル毎に分割し、分割した各カラーチャネル毎の単位画像データを、それぞれ前記マトリクス構造の単位圧縮画像データに変換した後、1つの単位圧縮画像データに統合することを特徴とする請求項2に記載の画像圧縮方法。

5. 前記マトリクス構造の圧縮画像データを更に算術圧縮する過程を有することを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の画像圧縮方法。

6. 前記横方向又は縦方向の量子化が、前記各列又は各行の始点と終点とを結ぶ

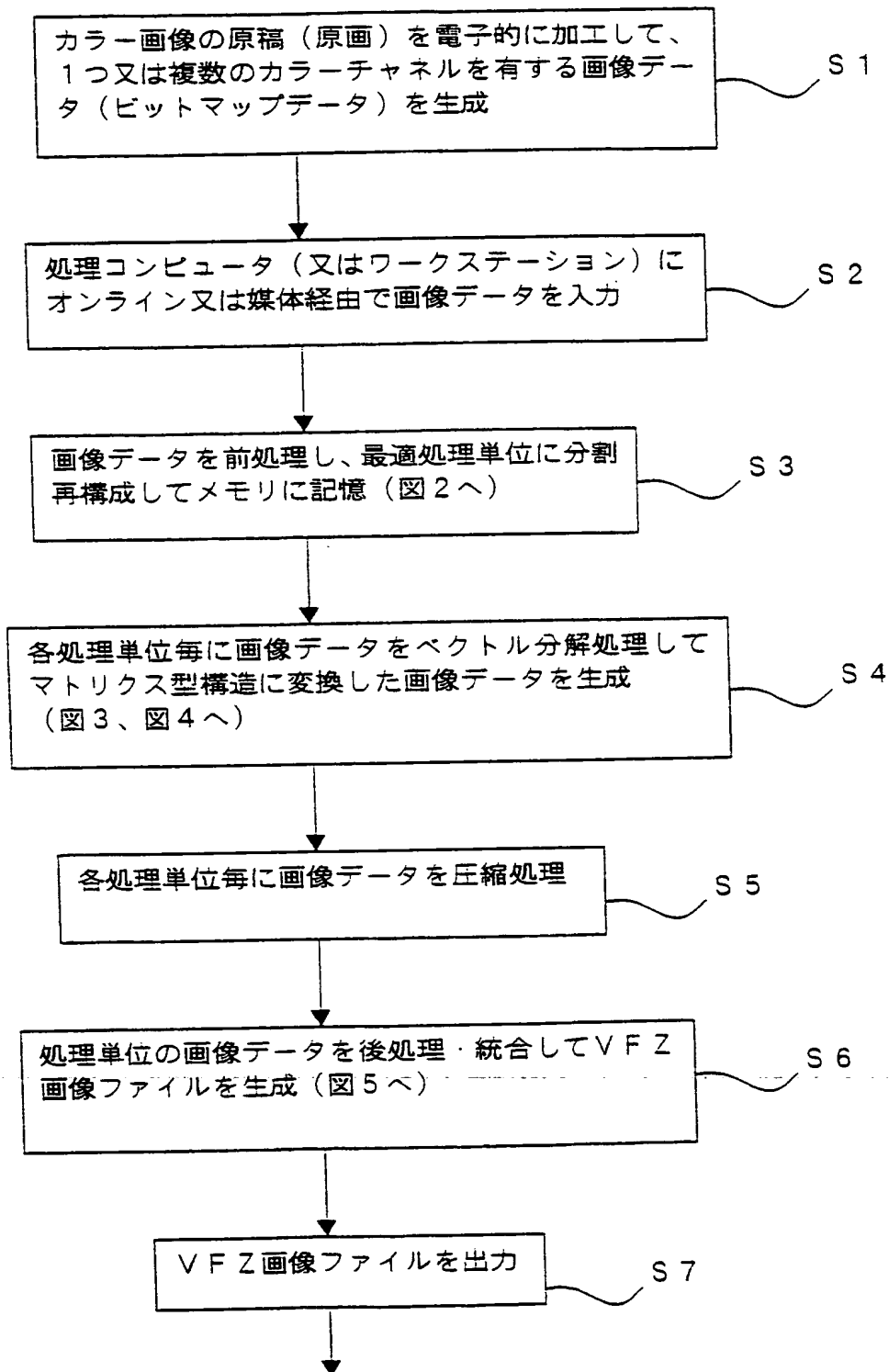
線分を基準ベクトルとして、その区間における正及び／又は負の最大偏差点を計算し、前記始点及び終点と前記最大偏差点とにおいて、隣接する各2点を結ぶ線分を新たな基準ベクトルとして、それらの区間における正及び／又は負の最大偏差点を計算し、この最大偏差点を計算する過程を、前記各最大偏差点の基準ベクトルに関する偏差が、所望の画像データとしての有意性を失うまで繰り返し実行し、前記各最大偏差点の偏差の大きさにより各画素を区分して、それぞれビット数の異なる複数の階層データを生成する過程を含むことを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の画像圧縮方法。

7. 前記ビットマップ・デジタル画像データが8ビットのデータである場合に、前記複数の階層データが、それぞれ8ビット、6ビット、4ビット、1ビットのデータからなる第1～第4階層データであることを特徴とする請求項6に記載の画像圧縮方法。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1/16

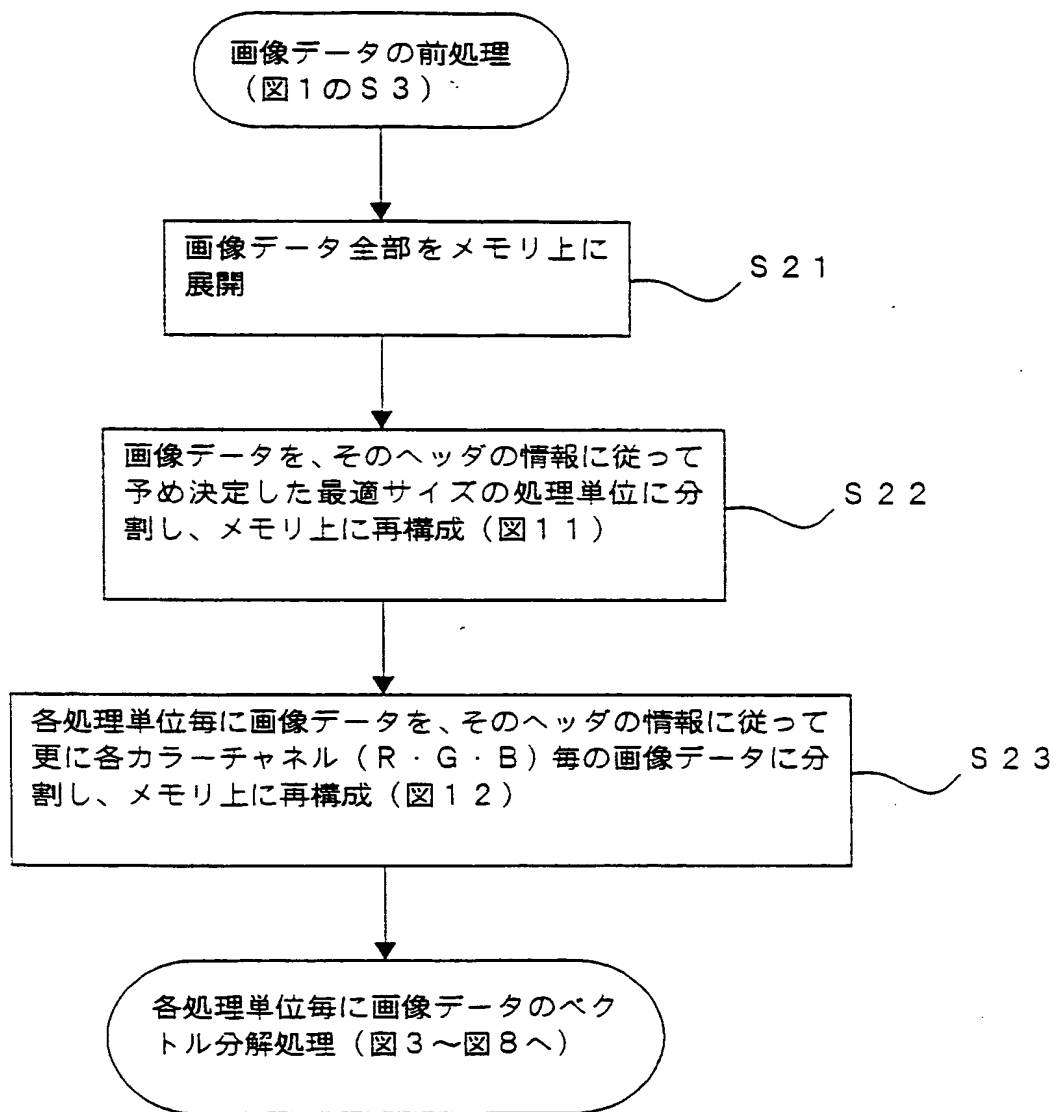
図 1



THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/16

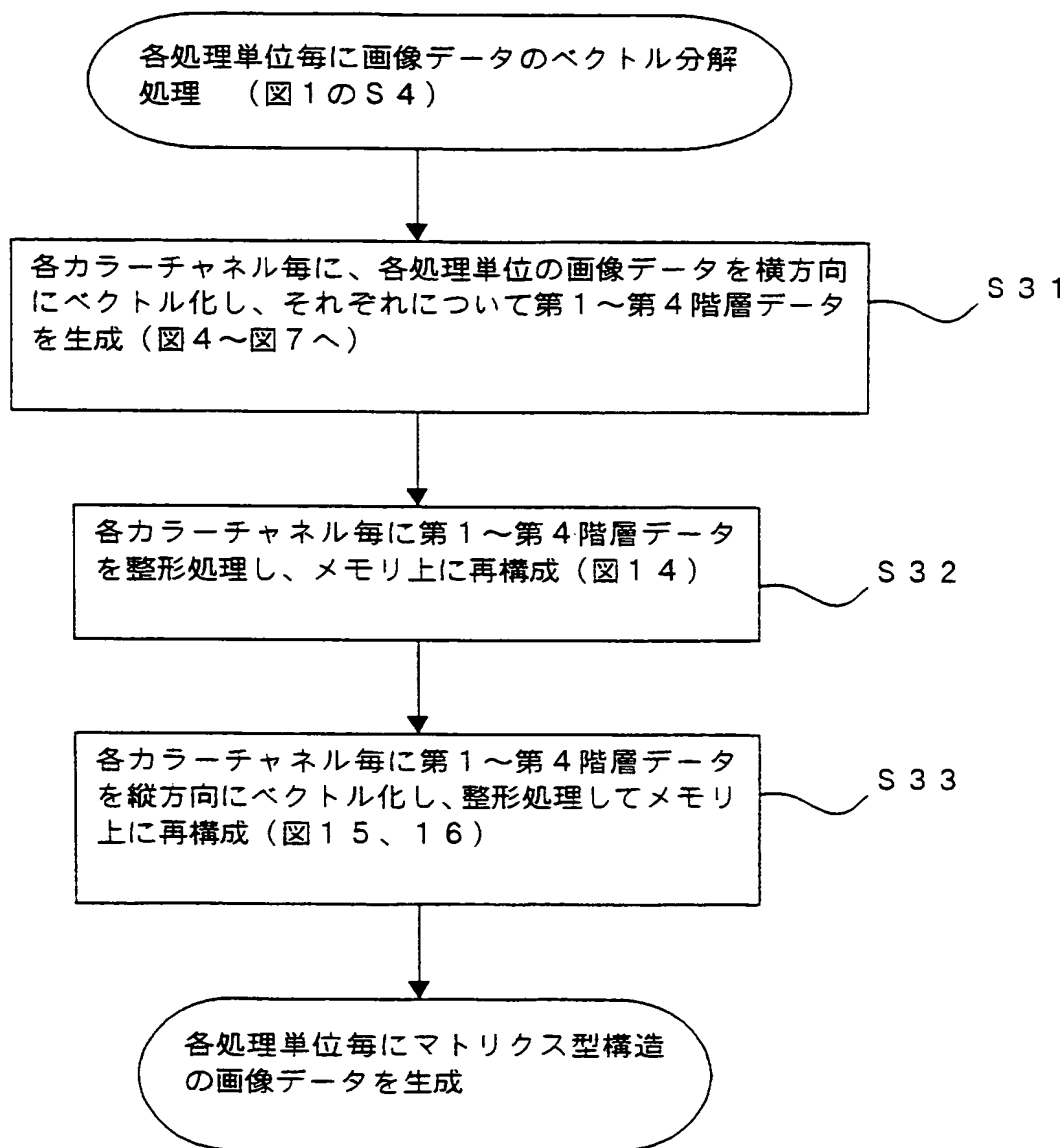
図 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/16

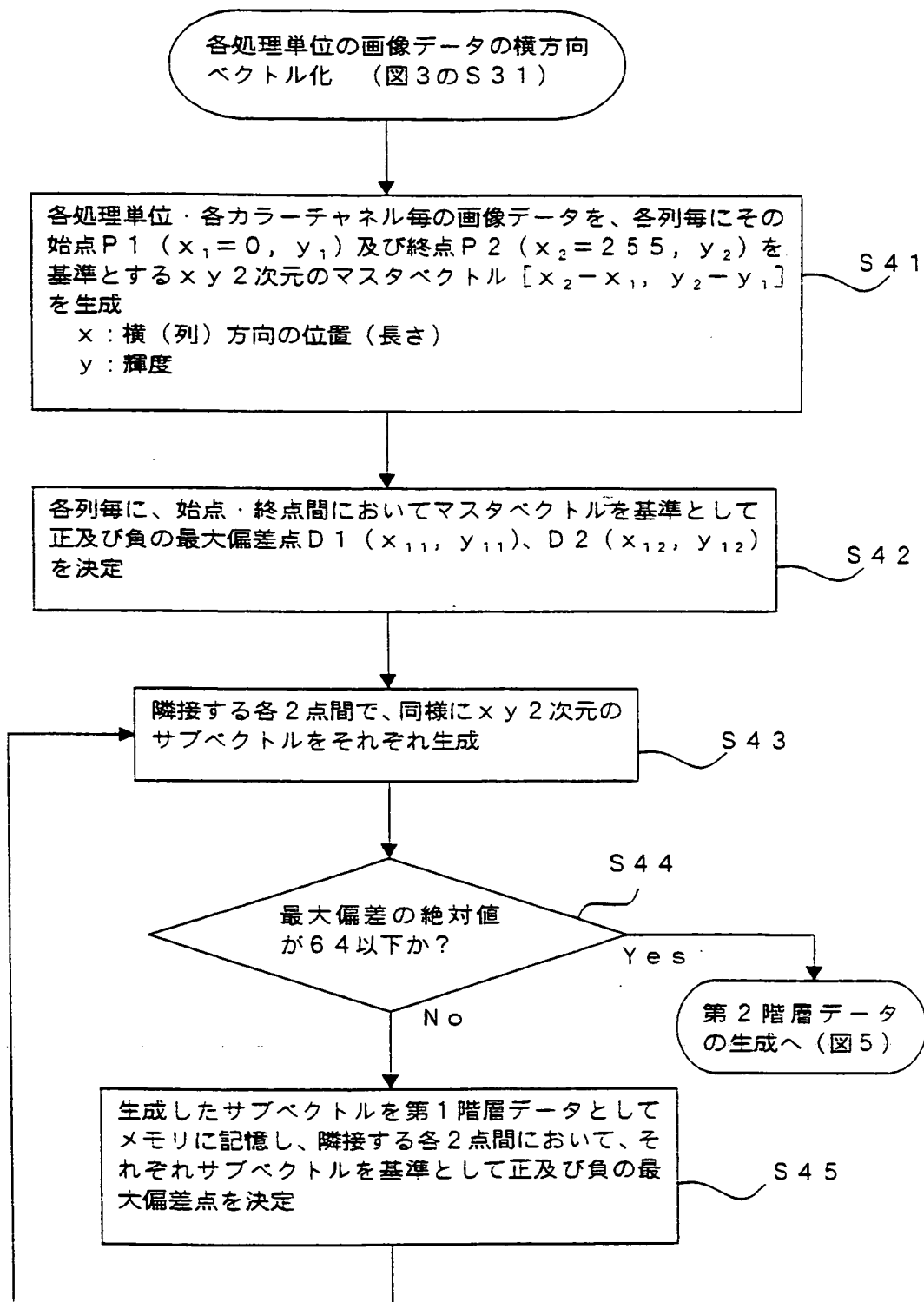
図 3



THIS PAGE BLANK (USPTO)

4/16

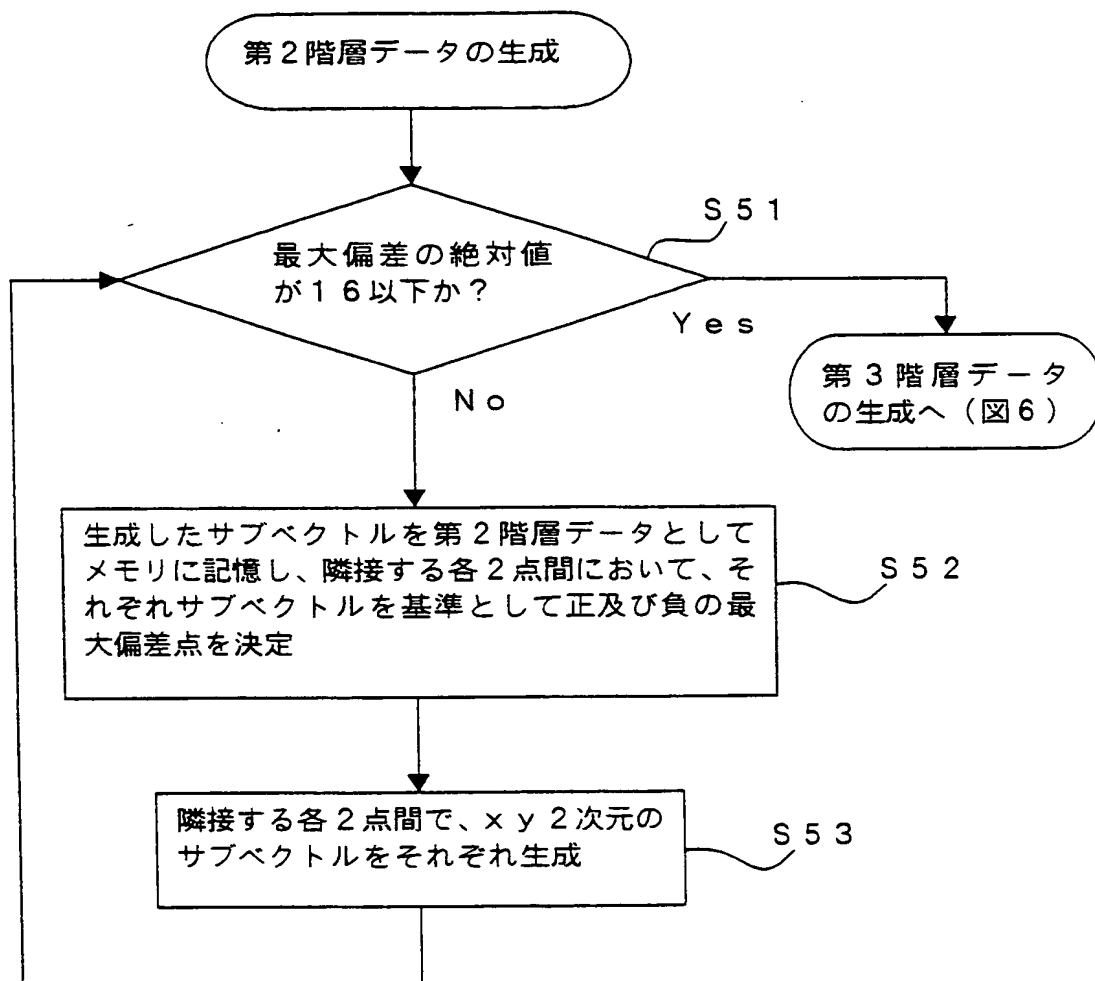
図 4



THIS PAGE BLANK (USPTO)

5/16

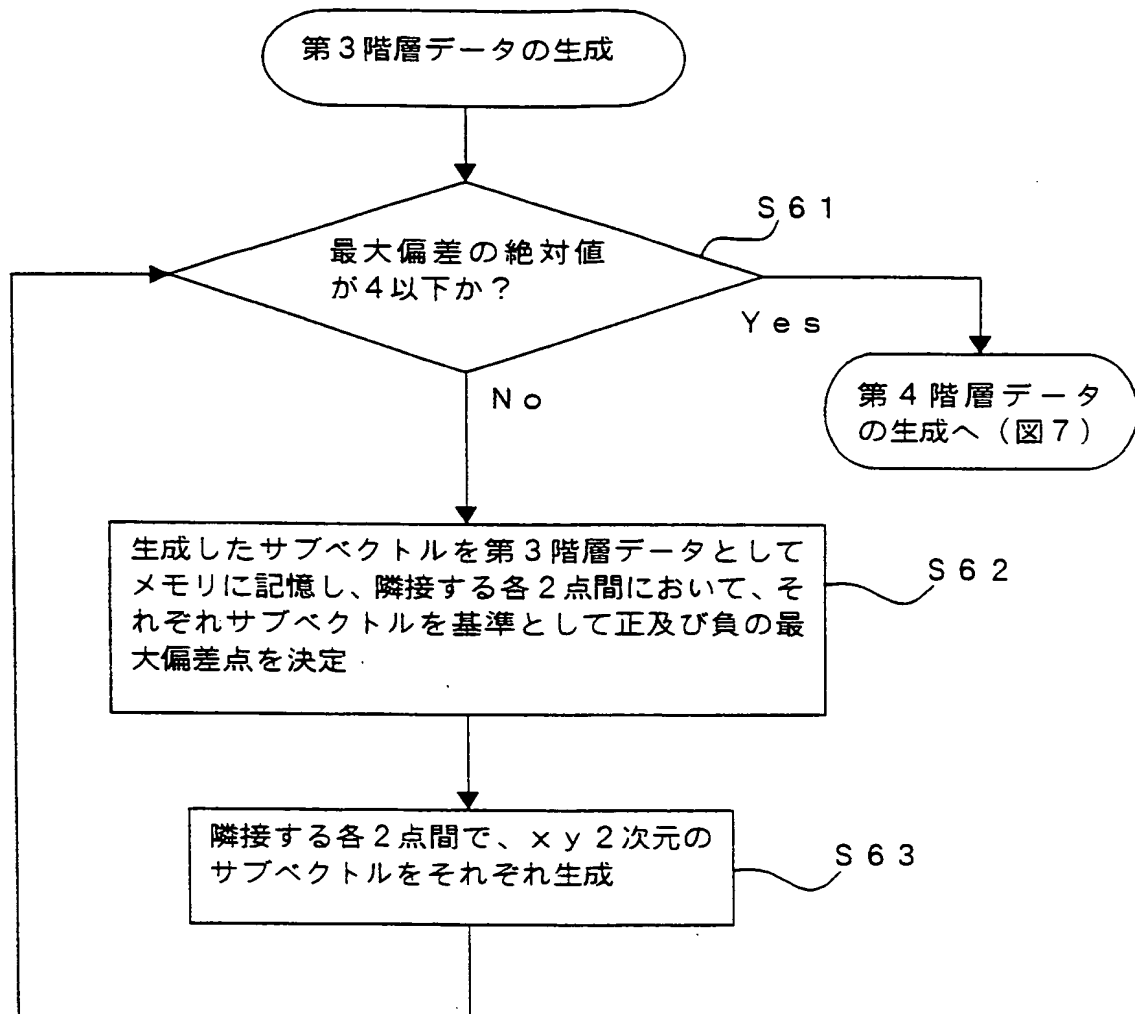
図 5



THIS PAGE BLANK (USPTO)

6/16

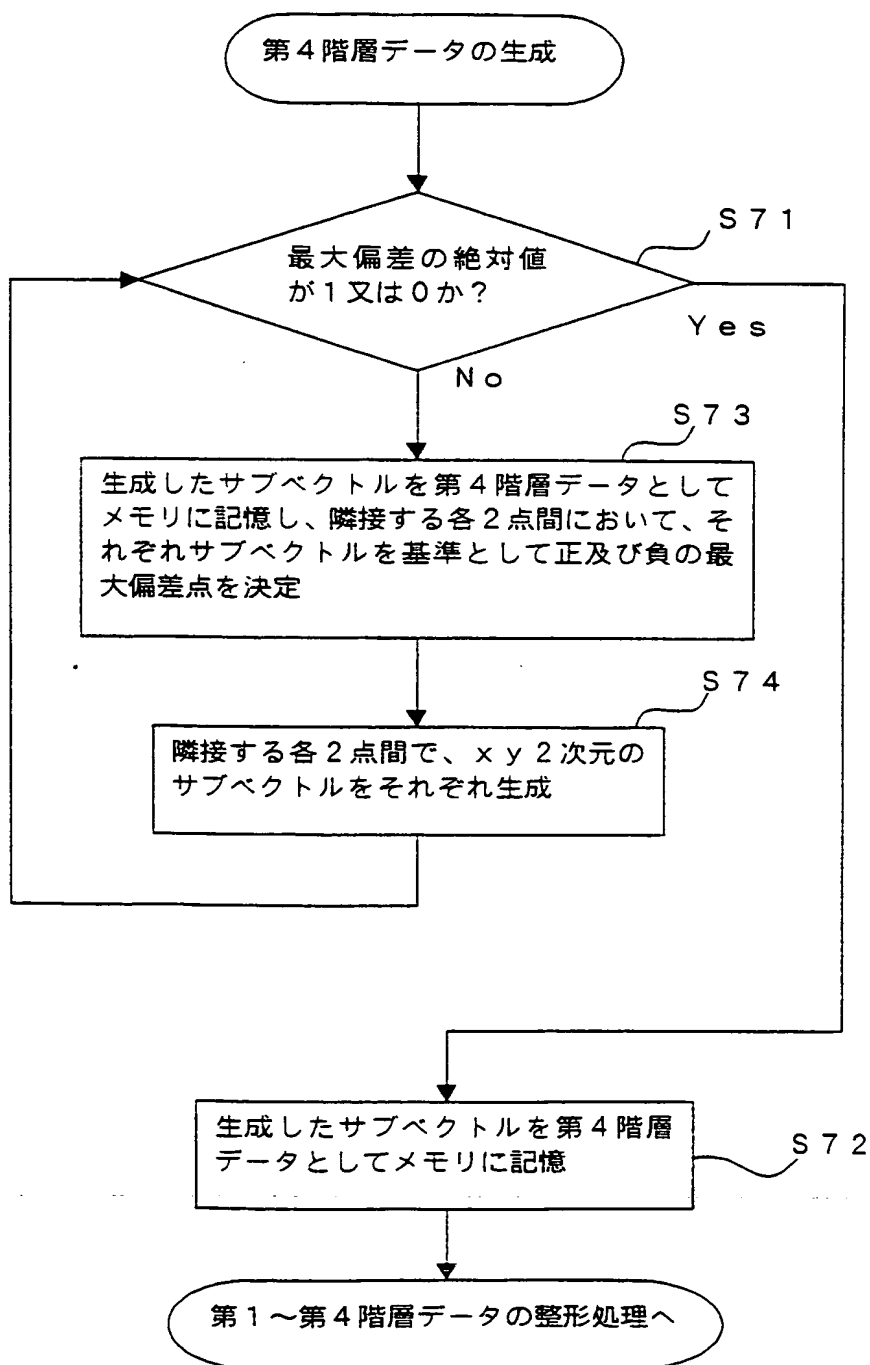
図 6



THIS PAGE BLANK (USPTO)

7/16

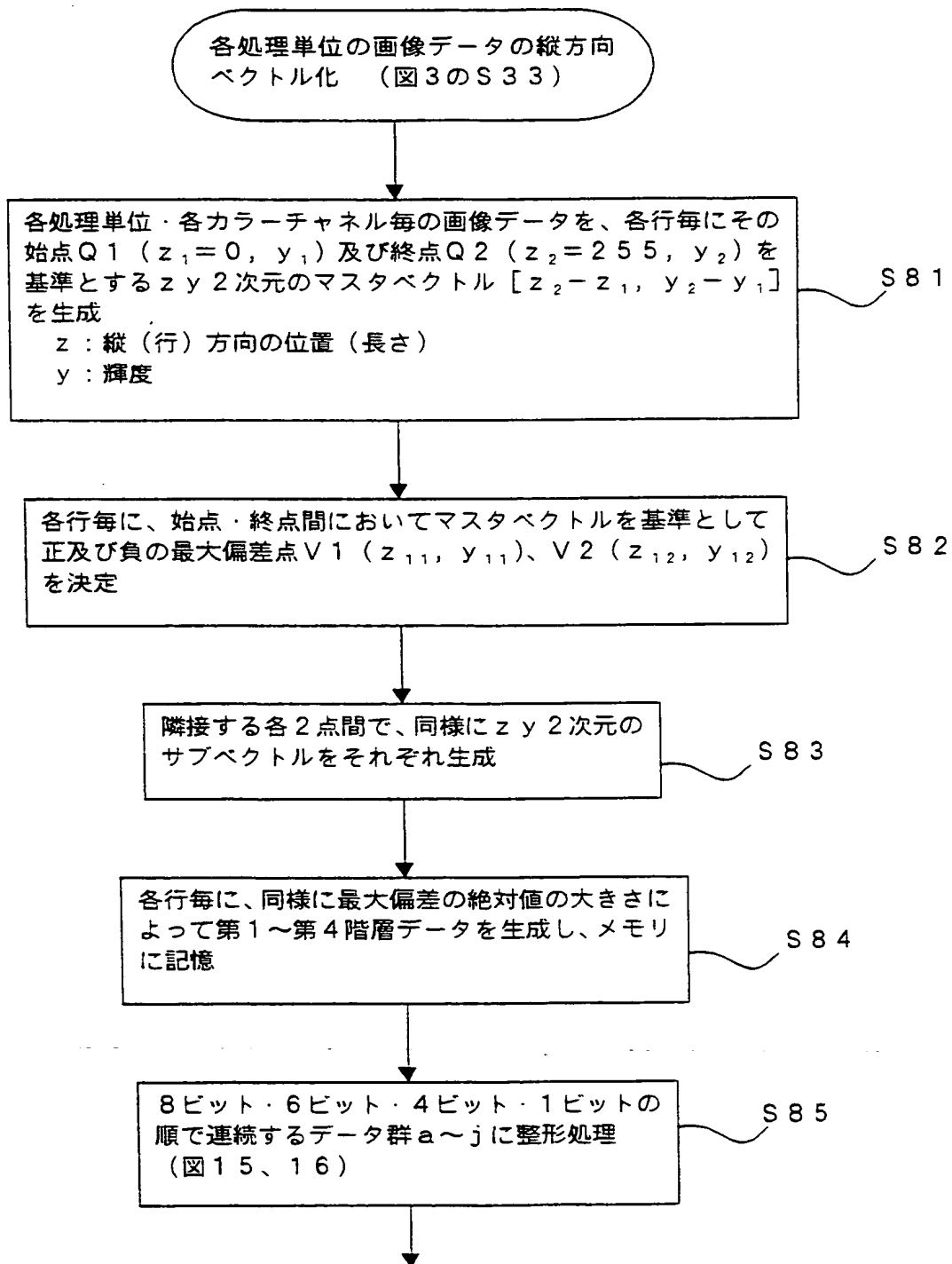
図 7



THIS PAGE BLANK (USPTO)

8/16

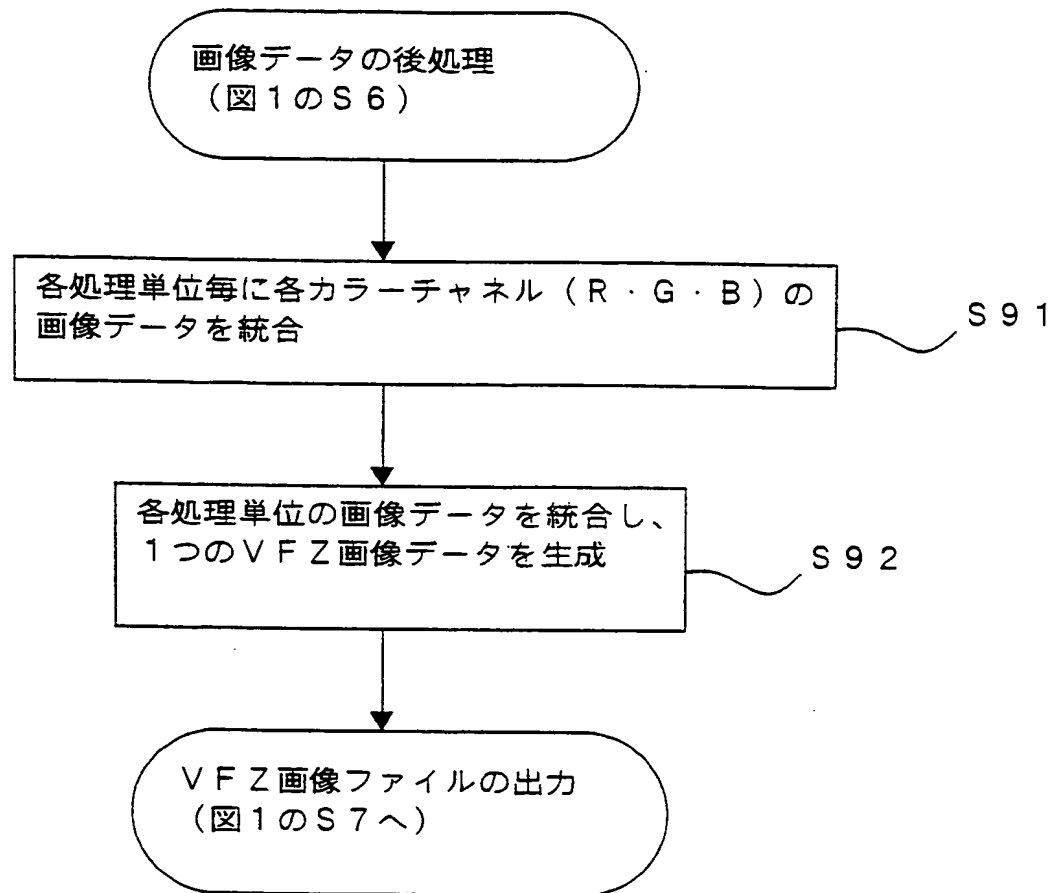
図 8



THIS PAGE BLANK (USPTO)

9/16

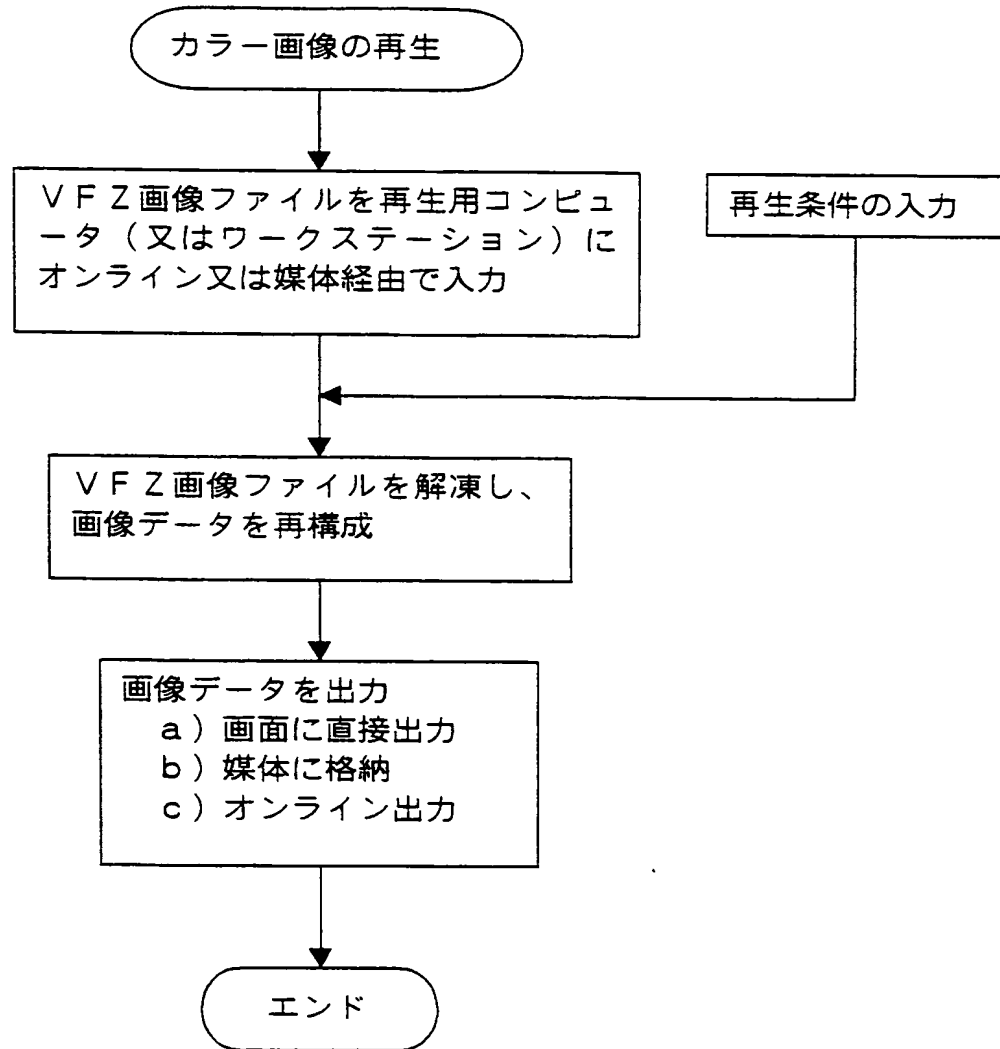
図 9



THIS PAGE BLANK (USPTO)

10/16

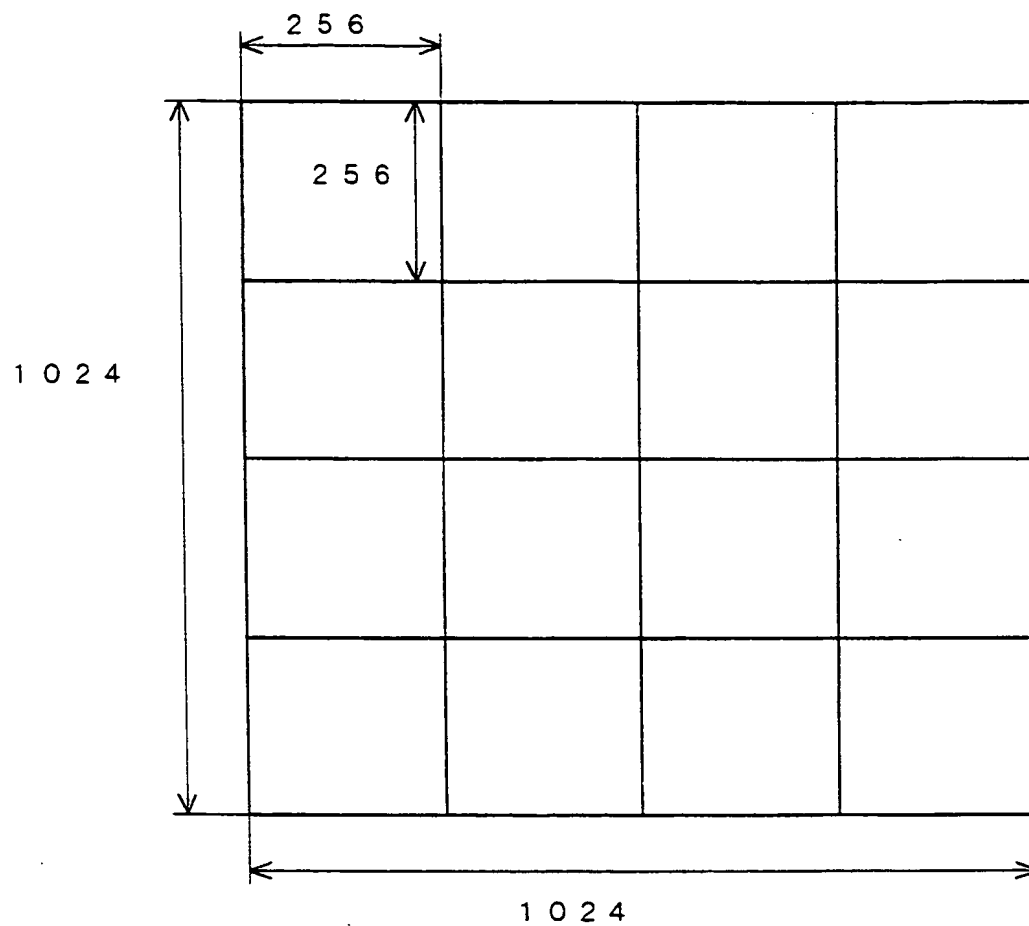
図 10



THIS PAGE BLANK (USPTO)

11/16

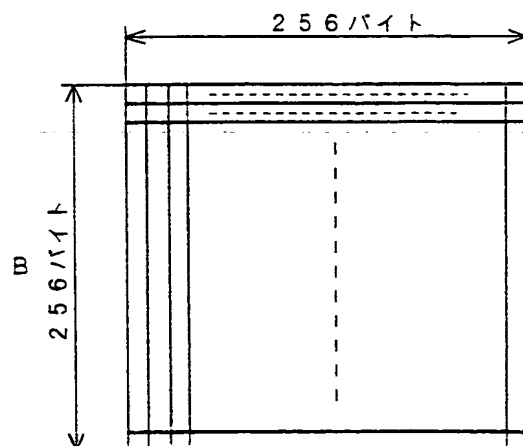
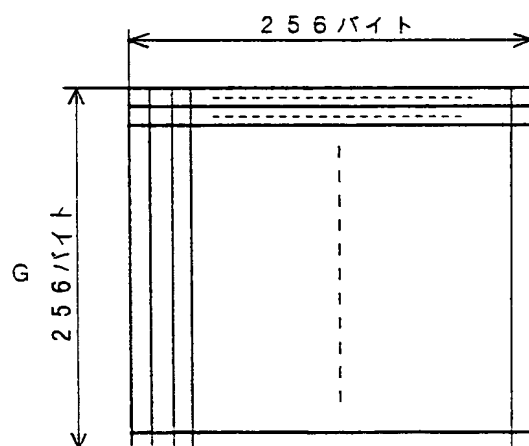
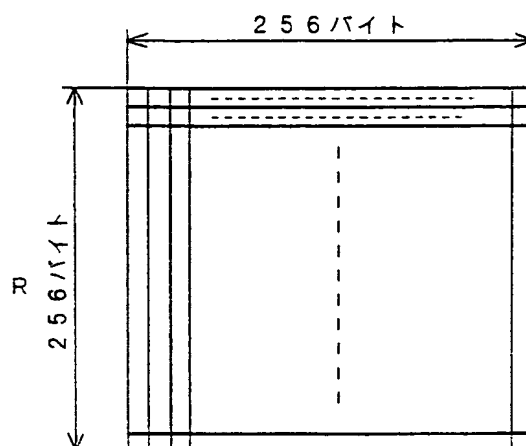
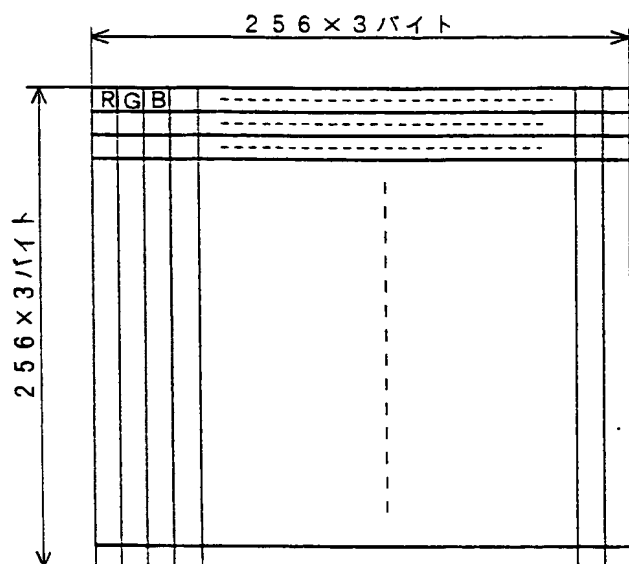
☒ 1 1



THIS PAGE BLANK (USPTO)

12/16

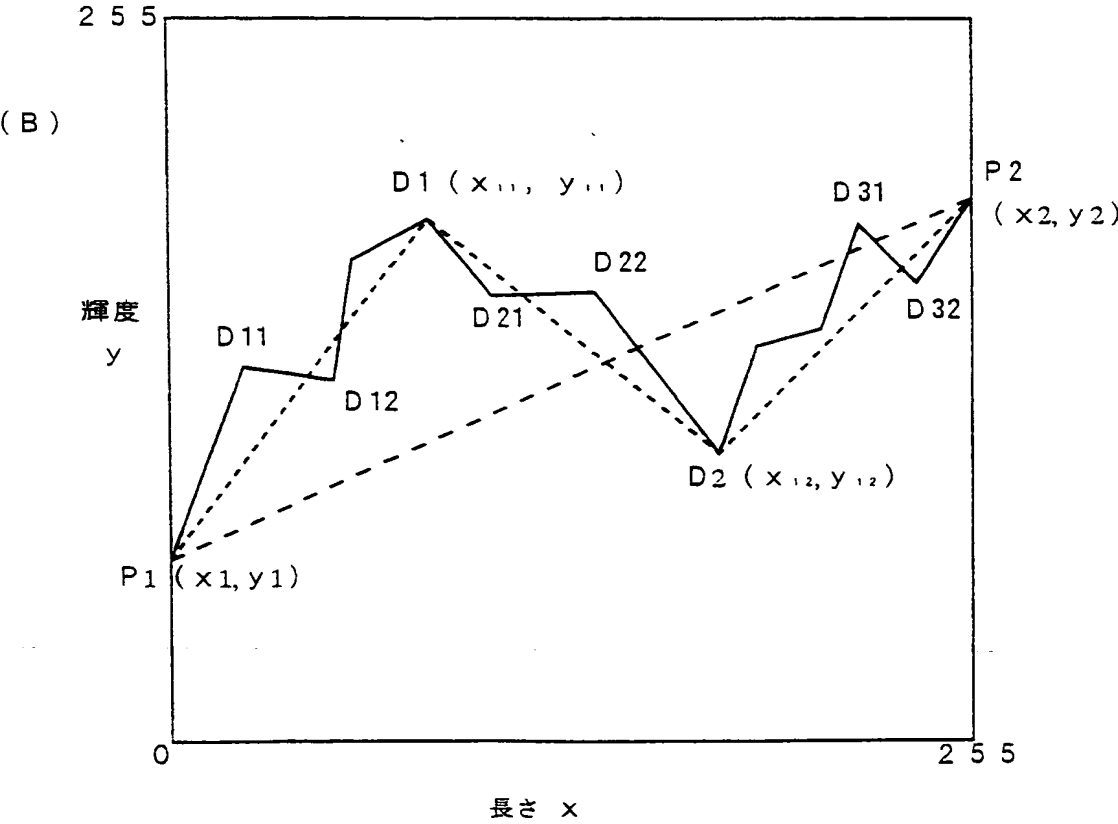
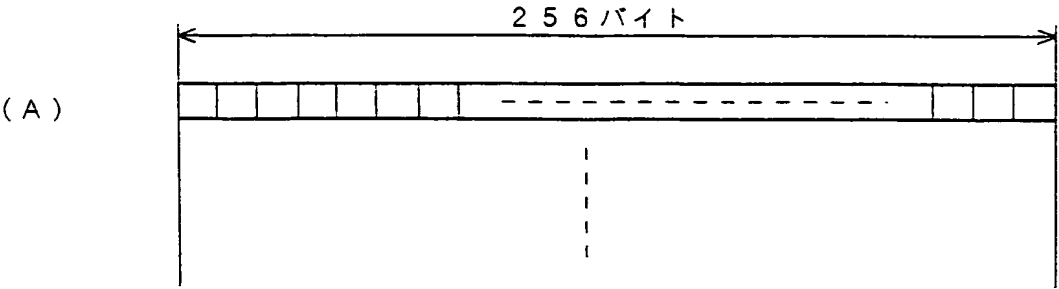
図 1 2



THIS PAGE BLANK (USPTO)

13/16

図 13

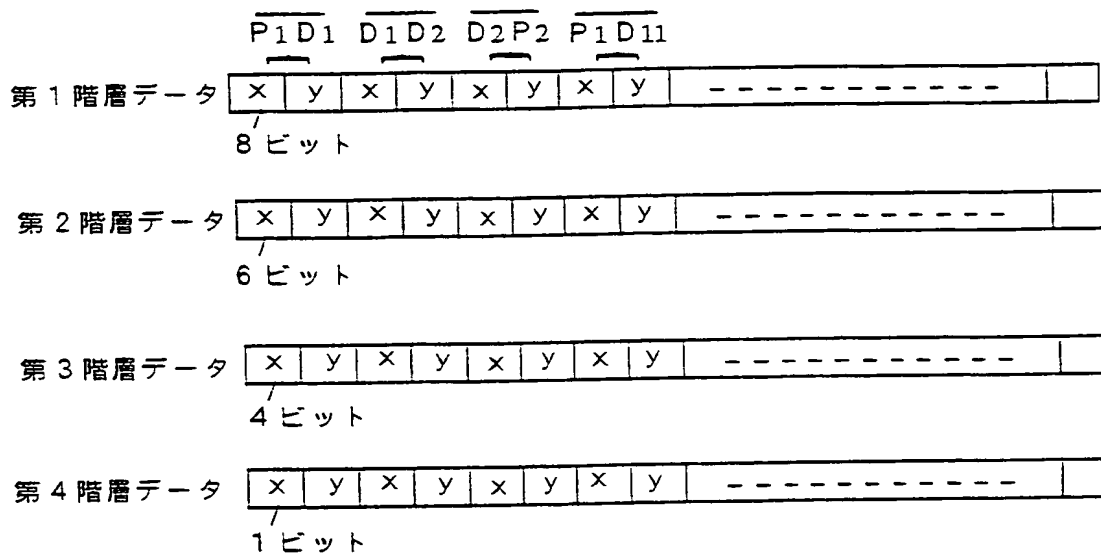


THIS PAGE BLANK (USPTO)

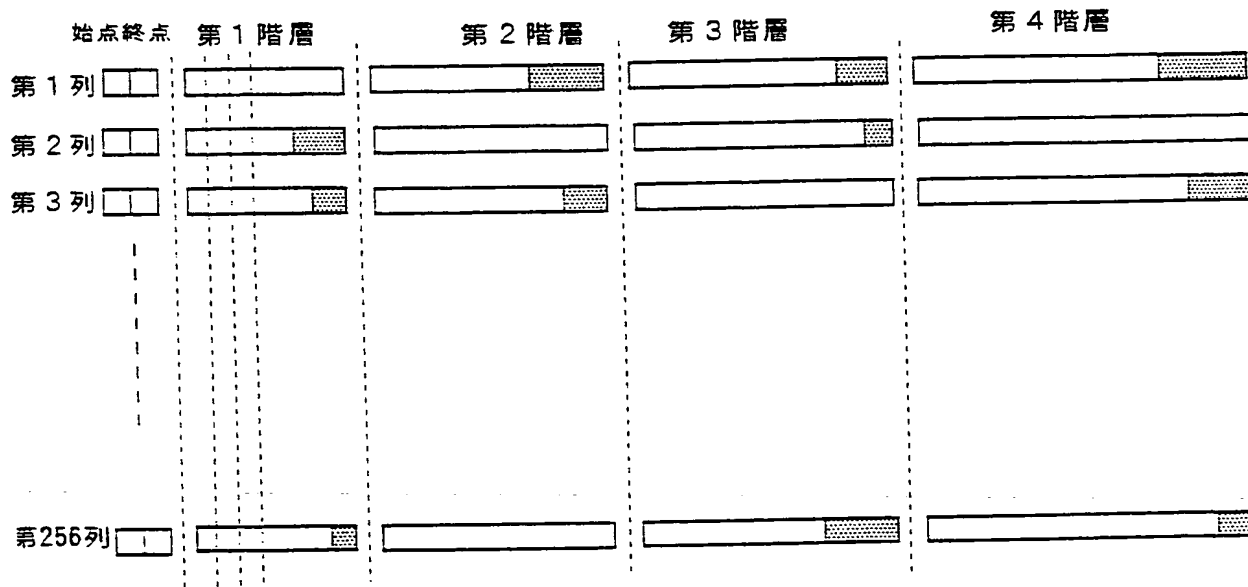
14/16

図 14

(A)



(B)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

15/16

図 15

第 1 階層 第 2 階層

第 3 階層

第 4 階層

a	c	f	j
b			
d	e		
g	h	i	

THIS PAGE BLANK (USPTO)

16/16

☒ 1 6

- a
- b
- c
- d
- e
- f
- g
- h
- i
- j

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04472

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H04N1/41

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H04N1/41-1/419, G06T9/00, H03M7/30

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP, 10-32719, A (Benetsuse Corp. K.K.), 03 February, 1998 (03.02.98) (Family: none)	1-5 6, 7
Y A	JP, 9-298747, A (D&I System K.K.), 18 November, 1997 (18.11.97) (Family: none)	1-5 6, 7
Y	JP, 4-579, A (Kyushu Matsushita Electric Co., Ltd.), 06 January, 1992 (06.01.92) (Family: none)	1

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
16 August, 2000 (16.08.00)

Date of mailing of the international search report
05 September, 2000 (05.09.00)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/04472

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ H04N1/41

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H04N1/41-1/419, G06T9/00, H03M7/30

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2000年

日本国実用新案登録公報 1996-2000年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP, 10-32719, A (株式会社ベネッセコーポレーション) 3.2月1998 (03.02.98) (ファミリー無し)	1-5 6, 7
Y A	JP, 9-298747, A (ディアンドアイシステムズ株式会社) 18.11月1997 (18.11.97) (ファミリー無し)	1-5 6, 7
Y	JP, 4-579, A (松下電器株式会社) 6.1月1992 (06.01.92) (ファミリー無し)	1

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

16.08.00

国際調査報告の発送日

05.09.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松永 稔

5V

4237

電話番号 03-3581-1101 内線 3571